



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORÍL**  
**ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS:**

**“EVALUACIÓN DE LA FLORACIÓN DE TRES CLONES TRINITARIOS DE  
CACAO A NIVEL DE COJÍN FLORAL, BAJO LAS CONDICIONES  
CLIMÁTICAS DEL DISTRITO DE CACATACHI –SAN MARTÍN”**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**  
**MERY ELIZABETH MARRERO SÁNCHEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2009**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORÍL**  
**ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

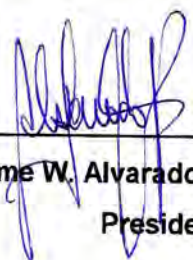
**TESIS:**

**“EVALUACIÓN DE LA FLORACIÓN DE TRES CLONES TRINITARIOS DE  
CACAO A NIVEL DE COJÍN FLORAL, BAJO LAS CONDICIONES  
CLIMÁTICAS DEL DISTRITO DE CACATACHI –SAN MARTÍN”**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

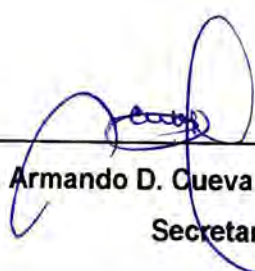
**MERY ELIZABETH MARRERO SÁNCHEZ**

**MIEMBROS DEL JURADO**



---

**Ing. Dr. Jaime W. Alvarado Ramírez**  
**Presidente**



---

**Ing. M.Sc. Armando D. Cueva Benavides**  
**Secretario**



---

**Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa María**  
**Miembro**



---

**Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez**  
**Asesor**

## DEDICATORIA

### EL DERECHO DE SOÑAR

Yo, decidí darle la vida a esta vida y solo Dios mi señor sabe lo que me pasaría si a este pequeño querubín le hubiera arrebatado el derecho a soñar, de reír y de vivir como yo, al niño de mis ojos; a mi amado **Daniel Alessandro** le dedico este trabajo.



### A MI FAMILIA

“Los ideales que han iluminado mi camino, y una vez y otra vez me han infundido valor para enfrentarme a la vida con ánimo, han sido la bondad, la belleza y el **amor de mi Madre” Esther**. A esta mujer trabajadora que lucha por sacar adelante a sus 04 hijos gracias por ser la mejor madre de todas las madres y a mis queridos hermanos, por su apoyo (Paúl, Luis y Daryl) los quiero mucho.

## AGRADECIMIENTO

- ✚ A Dios por darme la vida y por la familia que tengo, ya que si no fuera por el no existiría en esta vida.
- ✚ Al Ing. Guillermo Vásquez Ramírez, asesor del presente trabajo de investigación por su apoyo profesional y recomendaciones sugeridas en mejoras del presente trabajo.
- ✚ Al Ing. Dr. Jaime Alvarado Ramírez, por su paciencia, apoyo, recomendaciones y experiencias en el tema de la variabilidad climática.
- ✚ A los Ings. M.Sc.Cesar Chappa Santa María y Armando D. Cueva Benavides, los cuales con sus experiencias tanto en el aspecto climatológico, como en el Cacao apoyaron mediante las observaciones y sugerencias para mejora del presente trabajo de investigación.
- ✚ Al Equipo técnico de Soluciones Practicas ITDG, Orlando, Rosa, Walter, Carola, Paolo, Lizardo, los cuales me incentivaron día a día a culminar mi trabajo de tesis.
- ✚ A mi gran Amigo Sr. Alfonso Tenorio Polo por sus enseñanzas, confianza y recomendaciones, por ser una persona que apuesta por los profesionales de San Martín.
- ✚ A mis colegas y amigos del APAE Grano de Oro, Oro verde, PEAM y en especial a los agricultores de las diferentes zonas de Lamas, Dorado y Chazuta.
- ✚ Finalmente Ing. Juan Carlos Guerrero Abad y Ing. Percy Chuquisuta, gracias por su apoyo estadístico y logístico para culminar mi tesis y a los amigos del IIAP.

## CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. OBJETIVOS.....	02
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	03
3.1. Generalidades del Cultivo de Cacao.....	03
3.2. Morfología del Cacao.....	03
3.3. Biología Floral.....	05
3.4. Aspectos Ecofisiológicos Relacionados al Cultivo de Cacao.....	05
3.5. Efectos Ambientales Sobre el Desarrollo de la Planta.....	08
3.6. Factores Ambientales.....	10
3.7. Características Favorables del Suelo Para el Cultivo de Cacao..	13
3.8. Relación Entre los Factores Climáticos, Crecimiento Vegetativo, Floración y Producción del Cacao.....	14
3.9. Clima y Producción del Cacao.....	16
3.10. Plantaciones Clonales de Cacao.....	18
3.11. Ejemplo de Relaciones entre el Distanciamiento de Sombra Permanente y las Condiciones Climáticas.....	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4.1. Materiales.....	23
4.2. Metodología.....	23
4.2.1. Ubicación del Terreno Experimental.....	23
4.2.2. Historia del Campo.....	24
4.2.3. Tiempo de Ejecución.....	24
4.2.4. Características Climáticas.....	24
4.2.5. Características edáficas.....	25
4.2.6. Vías de Acceso.....	26



4.2.7. Diseño y Características del Experimento.....	26
4.2.8. Conducción del Experimento.....	28
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
5.1. Relación entre el número promedio de cojines florales de tres clones de cacao Vs. Temperatura del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).....	30
5.2. Relación entre el número promedio de cojines florales de tres clones de cacao Vs. Humedad del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).....	31
5.3. Relación entre el número promedio de flores polinizadas de tres clones de cacao Vs. Temperatura del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).....	32
5.4. Relación entre el número promedio de flores polinizadas de tres clones de cacao Vs. Humedad del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).....	33
<b>VI. DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
6.1. Número de cojines florales Vs. Temperatura del Suelo.....	37
6.2. Número de cojines florales Vs. Humedad del Suelo.....	37
6.3. Número de Flores Polinizadas Vs. Temperatura del Suelo.....	38
6.4. Número de Flores Polinizadas Vs. Humedad del Suelo.....	38
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>SUMMARY</b>	
<b>ANEXO</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1:</b> Relación entre el distanciamiento de sombra permanente	22
<b>Cuadro 2:</b> Frecuencia de la precipitación, temperatura media y humedad relativa mensual contrastada en la apertura y polinización de cojines florales de tres clones de cacao evaluados entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006).	25
<b>Cuadro 3:</b> Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.	25
<b>Cuadro 4:</b> Registro de Temperatura y Humedad del suelo durante los meses de Nov. 2005 – Marzo. 2006 (datos tomados con Aquater – T 600) de los tres clones trinitarios estudiados.	26



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>Gráfico 1:</b>	
Calendario de acuerdo al comportamiento ecofisiológico del cacao – ICT (2005).	07
<b>Gráficos 2, 3, 4:</b>	
Relación entre el número promedio de cojines florales de tres clones de cacao Vs. Temperatura del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).	30
<b>Gráficos 5, 6, 7:</b>	
Relación entre el número promedio de cojines florales de tres clones de cacao Vs. Humedad del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).	31
<b>Gráficos 8, 9, 10:</b>	
Relación entre el número promedio de flores polinizadas de tres clones de cacao Vs. Temperatura del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).	32
<b>Gráficos 11, 12, 13:</b>	
Relación entre el número promedio de flores polinizadas de tres clones de cacao Vs. Humedad del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).	33
<b>Gráfico 14:</b>	
Frecuencia de la precipitación, temperatura media y humedad relativa mensual contrastada en la apertura y polinización de cojines florales de tres clones de cacao evaluados entre los meses de Nov. –Mar. (2005 – 2006).	34

**Gráfico 15:** Variación de la precipitación, humedad relativa y temperatura media; en la formación de cojines florales entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006). 34

**Gráfico 16:** Variación de la precipitación, humedad relativa y temperatura media; en el número de flores polinizadas entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006). 35



## I. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), actualmente es uno de los cultivos prometedores para el desarrollo económico de la región Amazónica. Sus granos caracterizados por su aroma y alto contenido de grasas, han hecho que sea muy apreciado en la industria del Chocolate, calificándose hasta ahora para el Perú entero, como una de las alternativas agrícolas económicas y rentables para el agricultor.

El cambio climático global es una modificación atribuida directa e indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición global atmosférica. Los cambios climáticos que se registran en estos últimos tiempos en todo el planeta, están teniendo repercusiones muy significativas en la población urbana y rural; la deforestación y degradación hacen que el carbono que es secuestrado biológicamente sea liberado en la atmósfera. Estos factores son causa del 25% de las emisiones actuales e históricas. Estos efectos pueden afectar la producción agrícola de todos los cultivos además que impulsan la destrucción de los bosques y la degradación de los suelos; es obligación de los profesionales vinculados al agro realizar conjeturas en los efectos relacionados con el cambio climático que está ocurriendo (Smith, 2006).

El presente trabajo de investigación busca determinar la importancia de factores climáticos como (temperatura, humedad y radiación solar) sobre el periodo reproductivo de tres clones trinitarios de Cacao (ICS-1, ICS-95 y CCN51), instalados en el Fundo Cacatachi – Propiedad de la Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ciencias Agrarias.

## II. OBJETIVOS


- 2.1 Determinar el comportamiento de apertura y polinización de cojines florales en tres clones trinitarios de cacao, bajo las condiciones del fundo Cacatachi.
- 2.2 Determinar el comportamiento de la floración de tres clones trinitarios en función a los factores climáticos.



### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CACAO

Zúñiga (2004), menciona que el cacao se ubica como se describe a continuación:



Reino	: Vegetal
División	: Spermatophyta
Subdivisión	: Angiosperma
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Malvales
Familia	: Esterculiaceas
Genero	: Theobroma
Especie	: cacao

#### 3.2. MORFOLOGÍA DEL CACAO

Benito (2000), menciona que pocos son los vegetales que presentan un polimorfismo tan acentuado como el cacao. Entre sus principales características se indican: La **Raíz**, es pivotante, que con un suelo de buena profundidad puede llegar a 2.0 m, distinguiéndose del tronco por su color bien definido. Las raíces secundarias insertadas están en mayor número en la parte superior de la pivotante, apartándose hasta 5-6 m; estas raíces ocupan las zonas superiores del suelo. El **Tallo**, presenta un brote inicial ortotrópico, con las hojas pecioladas, insertadas según el índice filotáxico de 3/8. Después de un año y con una altura de 1,50 m, se interrumpe el crecimiento apical y surgen 5 yemas laterales que formarán ramas primarias (plagiotrópicas

dorsiventrales) (horquetas) las que se diferencian del brote ortotrópico (chupones) por las hojas pecioladas cortamente y también por el índice filotáxico que es medio. Las **Hojas**, coloreadas en diversos tonos de rojo - marrón, que cuelgan de sus pecíolos; mas adelante crecen más y cambian de verde claro para terminar en verde oscuro, indicativo de una planta bien nutrida de cacao. Cada hoja presenta engrosamiento en los extremos del pecíolo, llamados pulvinulos que posibilita a la hoja a moverse según la luz o temperatura ambiental.

Las **Flores**, nacen en el tronco, en ramas desprovistas de hojas, generalmente en la ubicación de una cicatriz foliar. El lugar de nacimiento de la flor, corresponde a ramas especializadas conocido como colchón o cojinete floral; poco visible en árboles jóvenes pero bien diferenciados en árboles adultos. En cada cojinete se forman hasta 40 flores simultáneamente durante el año. Para proteger estas ramitas florales, no debe treparse al árbol de cacao, ni jalar los frutos, porque desgajarían la rama floral. En los tipos de cacao mejorado es posible encontrar flores todo el año; sin embargo hay periodos de mayor floración que coinciden con las épocas de mayor precipitación pluvial.

**Fruto**, botánicamente, el fruto es una sub-baya glabra, variando su tamaño de 10 a 32 cm.; es algunas veces liso, otras corrugado de forma amelonada y hasta fusiforme; el color varía cuando el fruto está en desarrollo de verde hacia el amarillo; el grosor de la cáscara es también variable, estando el

epicarpio y el endocarpio carnosos separados por una camada fina y leñosa del mesocarpio.

### **3.3. BIOLOGÍA FLORAL**

La flor de cacao es hermafrodita (completa), una vez polinizada caen dentro de las 48 horas de apertura de la flor. Del gran número de flores que produce el árbol menos del 5% es fecundado y llega a dar fruto básicamente a 2 factores: Primero es muy frecuente querer que la planta sea autoincompatible, y por lo tanto, necesita de polen extraño para su fecundación; segundo, los mecanismos de polinización eficientes son muy pocos estos últimos dependen de los agentes de transmisión de polen, la estructura de la flor y su biología (Benito, 2000).

Enríquez (2006), menciona que la flor de cacao se comienza a abrir por la tarde y en las primeras horas de las mañanas siguientes, emiten polen y presentan estilos receptivos, pero la estructura de la flor parece impedir la autopolinización, la polinización la efectúa una mosquita microscópica llamada forcipomya, también los hacen los trips, áfidos y otros, al recorrer por las flores pueden recoger el polen y depositarlos en los estigmas, sea de la misma flor, en otras del mismo árbol o llevarlo a otra planta.

### **3.4. ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS RELACIONADOS CON EL CULTIVO DE CACAO.**

Manfred (1998), define al aspecto ecofisiológico como las relaciones recíprocas de los organismos y el medio ambiente, los factores más influyentes en la planta son la temperatura, la precipitación y la radiación solar, sin dejar de lado los aspectos bióticos y edáficos teniendo en cuenta el



hábito natural de la planta como originaria del trópico y de las zonas de soto bosque. Su producción es el resultado de una serie de procesos biosintéticos que son influenciados por los factores ambientales.

La incidencia de estos factores sobre su desarrollo depende del potencial genético de las características fisiológicas y morfológicas de las plantas que están influenciadas por el medio ambiente, en tal sentido de que la producción de cacao se debe en 30% al componente genético y 70 % al componente ambiental y sus interacciones (Alvim,1967). Existen muy pocas regiones del planeta donde las condiciones ambientales sean continuamente favorables para todas las funciones de la planta, lo que sí es frecuente es que a lo largo del año se produzcan cambios estacionales en el clima y por lo mismo en la disponibilidad de recursos, lo que obliga a las plantas a crear mecanismos de cambio estacional en morfología y fisiología para sobrevivir (Vásquez-Yáñez, 1999), el estudio de estos mecanismos está fuertemente ligado a la fenología, la cual ha sido definida formalmente como el estudio de la secuencia temporal de eventos biológicos recurrentes, con la finalidad de interpretar las causas bióticas y abióticas de tales secuencias (Montenegro *et al.*, 1999). En forma más simple podemos decir que la fenología es una lectura del pulso de la vida (Brandley *et al.*, 1999).

Ordóñez (1982), indica que es importante conocer la ecofisiología del cacao con la finalidad de determinar los periodos más susceptibles de ataque tanto de enfermedades como insectos. El cacao en el Perú manifiesta 2 periodos de crecimiento que pueden estar entre abril - mayo y de agosto - setiembre o

por lo general estos periodos están anteceditos de sequías leves y parece que la humedad del suelo es el inductor principal de este crecimiento, comportamiento que nos permite predecir algunos ataques de plagas que tienen preferencia por los brotes tiernos.

Descripcion		Meses del Año											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
E C O F I S I O L O G I A	Precipitación (mm)*	324	327	372	256	184	125	105	103	176	285	340	351
	Temperatura Media (°C)*	26.3	26.3	26.3	26.2	26.0	25.5	25.5	26.0	26.1	26.4	26.5	26.6
	Epoca de brotamiento principal												
	Epoca de mayor floración												
	Epoca de mayor fructificación												
	Epoca de mayor cosecha												
L A B O R E S  D E  M A N E J O	Podas de árboles												
	Desbrotamiento												
	Podas fitosanitarias												
	Repase de podas fitosanitarias												
	Control de malezas												
	Abonamiento											OPCIONAL	
	Tratamientos de cáscaras	Esta actividad deberá realizarse después de cada cosecha (cada 15 días)											
	Fungicida químico o biológico												
	Insecticidas químico o biológico												

(\*) Promedios de los datos meteorológicos de las estaciones de Tingo María, Tocache, Juanjui, San Alejandro, San Francisco y Sivia.

Epoca de ocurrencia de eventos ecofisiológicos y/o realización de labores de manejo

NOTA: Este calendario podrá ser modificado de acuerdo a cada zona productora de cacao

**Gráfico 1.** Calendario de acuerdo al comportamiento ecofisiológico del cacao – ICT (2005).

**Fuente:** Instituto de Cultivos Tropicales (2005).

### 3.5. EFECTOS AMBIENTALES SOBRE EL DESARROLLO DE LA PLANTA

Alvim (1995), comenta que el cacao por ser una planta tropical , y a pesar de tener condiciones climáticas poco variables en las zonas de desarrollo, no presenta un desarrollo continuo sino que tiene fase de desarrollo vegetativo; las plantas jóvenes presentan un desarrollo rítmico con periodos de estancamiento más o menos constantes, en comparación de las adultas ya que siguen un patrón de crecimiento con periodos de desarrollo y reposo irregular por lo que el crecimiento de las plantas jóvenes es regulado por mecanismos endógenos y en las adultas factores externos influenciados por condiciones ambientales.

Enríquez (1985), reporta que la floración en cacao se inicia después de tres años pudiendo ser temprana en híbridos interclonales y clones precoces (14 – 16 meses) actualmente se tiene experiencias de floración prematura (6 – 12 meses) en plantas clónales bajo condiciones de injerto en chupón basal, incrementando la intensidad de floración, a medida que la planta se hace mas adulta. El cacao florece todo el año, influenciando principalmente por el factor ambiental siendo mayor en los periodos lluviosos.

En zonas en donde las precipitaciones pluviales y las temperaturas están definidas, la floración se reduce en periodos secos de lluvia y, en aquellos sitios donde los periodos de lluvia están distribuidos y sin altas variaciones de temperatura prácticamente no existe estacionalidad de la floración y encontrándose flores durante todo el año (Alvim, 1995).

Dentro de los factores internos que controlan la floración obedece a estímulos químicos, por la edad, daños a la corteza inciden en la floración; también otro de los factores es el microclima alrededor de las plantas adultas a consecuencia de las copas voluminosas y la proporción de tejidos que hacen fotosíntesis en las plantas adultas en comparación de las jóvenes hay que tener en cuenta algunas interacciones internas de la planta puesto que cuando hay una remoción de frutos total o semanal hay un estímulo a la floración; dentro de los factores externos que afectan la floración está la T°, distribución de lluvias, y el sombrero; aparentemente la influencia del fotoperiodo (días – luz), no afecta la floración del cacaotero (Vogel *et al.*, 1982). La repetición sincronizada con el clima de los eventos fenológicos, tales como floración, fructificación, es frecuentemente utilizada para definir las secuencias estacionales (Brandley *et al.*, 1999). Esta estacionalidad se refiere tanto a los cambios regulares que se presentan en el ambiente, como a las respuestas biológicas condicionadas por esos cambios en el ambiente, de tal forma que podemos entender las estaciones como un integrador natural (Battey, 2000).

Enríquez (2006), menciona que los árboles de sombra proporcionan condiciones ambientales más estables. En Trinidad y Ecuador, se llegó a la conclusión de que las abundantes floraciones acompañadas de grandes fructificaciones solo tienen lugar durante los períodos uniformes de humedad.

### **3.6. FACTORES AMBIENTALES:**

#### **3.6.1. PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD RELATIVA**

Zúñiga (2002), menciona que el cacao es muy sensible a la falta de humedad en el suelo por lo que es importante una buena distribución de la precipitación durante el año considerándose que el mínimo debe ser de 100 mm/mes con una precipitación anual entre 1,200 a 2,800 mm/año. Si la zona es muy lluviosa (1800 – 3000 mm/año), los suelos deben presentar un buen drenaje. La distribución de las lluvias determina la campaña cacaotera, la cual abarca 4 etapas:

- Descanso
- Brotamiento
- Floración
- Cosecha.

Un factor determinante que favorece el aumento de la humedad relativa y aumenta el ataque de plagas y enfermedades, es el manejo de la sombra permanente.

Mejía (2000), manifiesta que dentro de los factores climáticos la temperatura y la pluviosidad son considerados críticos en el crecimiento de las plantas siendo la radiación solar un factor relativo que interfiere en los mecanismos fisiológicos de la planta que puede ser controlado por la sombra. En las zonas cacaoteras hay variaciones climáticas durante el año que afectan el crecimiento vegetativo, la emisión foliar la intensidad de la floración y periodos de cosecha.

### 3.6.2. TEMPERATURA Y ALTITUD

Lama (2003), manifiesta que la temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta. La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre un rango de 23 °C min., 32°C máx., 25°C optima.

Por su parte Zúñiga (2002), explica que es un factor ambiental que está relacionado con la fenología del cultivo, las zonas escogidas para el cultivo del cacao deben presentar una temperatura media anual alrededor de 24°C, la temperatura media diaria no debe ser inferior a los 15°C . La diferencia de temperatura entre el día y la noche no debe ser inferior a 9 °C. Está en relación directa con la temperatura a medida que aumenta la altitud disminuye la temperatura el rango óptimo se encuentra entre 250 – 900 msnm, fuera de este límite las plantas sufren alteraciones fisiológicas que afectan el potencial productivo a lo que se refleja en un menor rendimiento y baja rentabilidad para el productor. Se ha observado que hay una correlación entre la temperatura baja y la reducción en el desarrollo del tejido leñoso o cambium y una baja intensidad de floración así mismo cuando hay una cantidad de frutos en la planta disminuye la floración debido

posiblemente al efecto depresivo de la abundancia de frutos (Alvim, 1988).

### **3.6.3. VIENTO**

Ministerio de Agricultura (2004), define el componente climático que determina la velocidad de la evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. Cuando la plantación está expuesta a continuos vientos pierde humedad de las hojas rápidamente, cierran sus estomas y, en general, disminuye la fotosíntesis. Cuando es demasiado fuerte destruye las ramas de las plantas, provoca la caída de flores y a veces hasta del mismo árbol. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg., y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. Comparativamente, en regiones con velocidades de viento del 1 a 2 m/seg. No se observa dicho problema. Zúñiga (2002), manifiesta que las plantas que están expuestas a continuos vientos pierden la humedad de las hojas rápidamente, cierran sus estomas; en general, disminuyen la función de la fotosíntesis.

Se ha observado que algunas investigaciones de algunos cultivos tienen tolerancia a las corrientes de aire su consecuente pérdida de hojas y flores en el cacao es muy difícil separar el efecto de los vientos con la radiación solar ya que el sombrero interfiere en estos 2 factores el efecto principal es provocar la caída prematura de la hoja con su



consecuente defoliación a causa de la pérdida excesiva de agua y daño mecánico (Bondar ,1938).

### **3.7. CARACTERISTICAS FAVORABLES DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE CACAO**

Ministerio de Agricultura (2000), comenta que el crecimiento y la buena producción del cacao no solo dependen de la existencia de las buenas condiciones físicas y químicas en los primeros 30 cm., de profundidad del suelo, donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces fisiológicamente activas encargadas de la absorción de agua y nutrientes; sino también de las buenas condiciones físicas y químicas de los horizontes o capas inferiores del suelo que permitan una buena fijación de la planta y un crecimiento sin restricciones de la raíz principal que puede alcanzar hasta los 1,5 metros de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten.

Los suelos más apropiados para el cacao son los aluviales, los francos y los profundos con subsuelo permeable. Los suelos arenosos son poco recomendables porque no permite la retención de humedad mínima que satisfaga la necesidad de agua de la planta. El drenaje está determinado por las condiciones climáticas del lugar, la topografía, la susceptibilidad del área a sufrir inundación y la capacidad intrínseca del suelo para mantener una adecuada retención de humedad y disponer de una adecuada aireación. Por su parte Zúñiga (2002), reafirma que los suelos más apropiados para el cultivo del cacao, son los aluviales de textura franca (arcillo arenosa o arena arcillosa); sin embargo se ha observado una gran adaptabilidad a los suelos en laderas con pendientes mayores a 25% aun con afloramiento rocoso, en un rango muy amplio de reacción del suelo (pH 5,0 - 7,5), por ejemplo en la

localidad de Chambira, Juanjui ,Dpto. de San Martín, se viene manejando plantaciones clonales con edad promedio de cuatro años y producción superior a 1000 Kg./ha/año destacando lo siguiente:

- Que no tengan rocas continuas ni formen terrones muy duros
- Que tengan buen drenaje o sean fáciles de drenar con la construcción de canales.
- Que no sean muy pesados o arcillosos, ni demasiados arenosos
- Que sean profundos de 1.5 m de profundidad, ricos en materia orgánica y nutrientes minerales.

#### **CARACTERISTICAS DESFAVORABLES**

- Perfil muy superficial
- Nivel freático alto
- Presencia de una capa dura
- Altas concentraciones de aluminio
- Erosión del suelo.

### **3.8. RELACIÓN ENTRE LOS FACTORES CLIMÁTICOS, CRECIMIENTO VEGETATIVO, FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL CACAO**

Enríquez (2006), menciona que entre los factores que más importancia tienen, desde el punto de vista del cacao, la temperatura y la lluvia son sin duda los que pueden limitar la zona para el cultivo, puesto que éstos son considerados como los **factores climáticos** críticos para su desarrollo. Sin embargo, en algunos lugares, el viento puede ser, sin lugar a dudas, el factor limitante de más importancia, sin considerar ninguno de los otros. La luz o radiación solar se considera también como un factor importante. El cacao es una planta que

se desarrolla bajo sombra, pero bajo condiciones especiales de luminosidad y distribución o provisión de agua, puede ser cultivada a plena exposición. La humedad relativa también tiene importancia puesto que de ella puede depender la facilidad de propagación de algunas enfermedades.

La temperatura influye sobre algunos factores pertinentes al árbol de cacao, tales como la formación de flores y madurez del fruto. Cuando ésta fluctúa alrededor de 21°C ó menos, casi no hay formación de flores, mientras que cuando alcanza 25°C, las flores se forman normalmente. La temperatura afecta la apertura de las yemas y las brotaciones foliares. Se estima que una diferencia de 9°C entre la máxima y la mínima, durante las medias mensuales, provoca una brotación. En los lugares ecuatoriales, estas diferencias se mantienen bastantes bajas durante casi todo el año, aunque entre diciembre y abril durante algunos días pueden alcanzar estos niveles, provocando nuevas brotaciones durante esta época en la mayoría de los cacaotales.

Zúñiga (2003), indica que: Los factores climáticos que más afectan la intensidad de crecimiento y floración del cacao son la distribución de las lluvias y la temperatura. Sin embargo, la acción de estos factores está influenciada por las condiciones internas de la planta, especialmente su carga de frutos generalmente coincide con el de mínima floración.

Los resultados de las investigaciones en diversos países son coincidentes en demostrar la acción depresiva de la deficiencia de agua sobre la floración 8 semanas después de ocurrir lluvias pesadas.

Es importante señalar que a pesar de que los ritmos de floración y brotamiento vegetativo están influenciados por el mismo factor climático, normalmente no se observan en forma sincronizada pues el aparecimiento de hojas nuevas generalmente antecede a las flores de 3 a 4 semanas.

Por otro lado, se conoce que cuando la temperatura media es inferior a 23°C se comienza a observar una distribución en la floración. En cuanto a las regiones tropicales, se sabe que la mayoría de las plantas leñosas tropicales producen nuevas hojas y flores en periodos específicos, más que en forma continua, y la mayoría de los bosques tropicales presentan variación estacional en la aparición de nuevas hojas, flores y frutos, lo cual sugiere que los cambios fenológicos representan adaptaciones a factores bióticos y/o abióticos (Van Schaik *et al.*, 1993).

### **3.9. CLIMA Y PRODUCCIÓN DE CACAO**

Hernández (1991); Aporta mencionando que el crecimiento vegetativo y floración son los procesos fisiológicos directamente relacionados con la producción de frutos. Pero estas relaciones influenciadas por el clima son complejas y difíciles de interpretar porque hay factores que actúan como la marchitez natural de los frutos pequeños o cherelles. El ciclo de producción de cacao sigue una curva más o menos estable pero cada región distinguiéndose durante el año periodos bien definidos de altas y bajas producciones de distribución de las lluvias es en general consideradas como el factor principal responsable por las características de esta curva, el estudio sobre posibles correlaciones entre lluvia y producción demuestra que hay una

relación directa entre la producción y la precipitación de 6 a 7 meses anteriores agregándose a esto condiciones de temperatura.

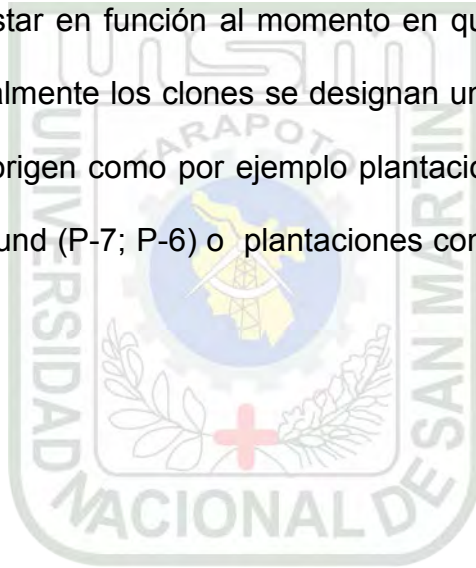
Zúñiga (2002), indica que algunos estudios demuestran que la temperatura afecta a las características físicas y químicas de la manteca de cacao. Baja temperatura durante los primeros estados de desarrollo de los frutos determinan una alta proporción de ácidos grasos no saturados en las semillas consecuentemente bajos puntos de fusión de la manteca.

La distribución de la lluvia durante el periodo de desarrollo de los frutos influye sobre el tamaño de los granos y los porcentajes de cáscara y de grasa. En lugares donde existe una estación seca definida, los granos cosechados durante esa época son más pequeños, tienen mayor contenido de cáscara y menor grasa que el cacao que se cosecha en la época de lluvias.

Hernández (1991), indica que no se tiene una época seca propiamente dicha por que durante los meses menos lluviosos se presentan precipitaciones que normalmente superan los 100 mm, por lo tanto, la excelente calidad del cacao de esta región ubicada entre los 500 a 750 m.s.n.m; Se mantiene durante todos los meses de cosecha. Por ejemplo, en el 2002, en la jurisdicción del Bajo Mayo según Cueva y Alvarado (2006), (informe no publicado), observaron retrasos de tres meses en la aparición de las mayores floraciones en el cultivo de cacao, que debieron empezar a partir de noviembre.

### 3.10. PLANTACIONES CLONALES DE CACAO

Zúñiga (2004), menciona que en una plantación clonal está constituida por un grupo de plantas propagadas asexualmente de un solo individuo y por consecuencia con características genéticas idénticas, el individuo origen del clon en cacao contaría así con hermanos gemelos, lógicamente de diferente edad, que va estar en función al momento en que se realizó la propagación asexual. Generalmente los clones se designan un nombre o abreviaturas que identifiquen su origen como por ejemplo plantaciones de clones Huallaga (H-1, H-2, etc.); Pound (P-7; P-6) o plantaciones con la colección castro naranjal (CCN-51, etc.)



### 3.10.1 Caracterización de Algunos Clones Seleccionados

#### **ICS 1:**

- Tipo Genético: Trinitario - Auto compatible
- Hábitos: Normales
- Hojas: Bien pigmentadas cuando jóvenes
- Inflorescencia: Promedio de 9 flores por cojín floral.
- **Flores:**
  - Cáliz: de poco o bien pigmentado
  - Corola: Poco pigmentado
  - Estambres: Sin pigmentación
  - Estaminoides: Bien pigmentados
  - Ovario: Bien pigmentado, con un promedio de 50 óvulos
  - Estilo: Bien pigmentado en la parte basal
- **Frutos:** Forma Cundeamor  
Largo: 176mm; diámetro: 86mm
- Color :
  - Sin madurar, lomos: rojo intenso, surcos: rojo intenso
  - Maduro: lomo rojo claro- amarillento, surcos: rojo claro- amarillento, almendra: Peso húmedo sin testa 1,9 g; Peso seco sin testa: 1,2 g. Porcentaje de testa: 6.5%. (Hernández ,1996).



### **CCN – 51:**

Según Arguello (2000), indica que para propagación vegetativa con estos clones obtiene semilla híbrida por polinización controlada.

- Origen : Ecuatoriano
- Arquitectura : Erecta
- Vigor : Vigorosa
- Compatibilidad: Autocompatible
- Forma de Mazorca: Elíptica
- Color de Mazorca: Rojo en fruto inmaduro color naranja en maduración.
- Color de Semilla: Púrpura
- Forma de semilla: Cilíndrica
- N° almendras/mazorca: 48
- N°. mazorcas/Kilo de cacao seco: 18
- Peso de Almendra: 1.4 gr.
- Reacción a Enfermedades:
  - Monilia: Tolerante
  - Escoba de bruja: Tolerante
  - Phytophthora: susceptible
  - Ceratosystis: Tolerante
  - Rosellinia: Susceptible.

### **CLON ICS – 95**

Según Arguello (2000), indica:

- Origen : Trinidad
- Arquitectura : Erecta
- Vigor :Vigorosa
- Compatibilidad: Autocompatible
- Forma de Mazorca: Amelonada
- Color de Mazorca: Rojo
- Color de Semilla: Violeta
- Forma de semilla: Cilíndrica
- N°. almendras/mazorca: 41
- N°. mazorcas/Kilo de cacao seco: 18
- Peso de Almendra: 1.4 gr.
- N° mazorca árbol/año: 60
- Rendimiento Kg./árbol/año: 3.2
- Altitud recomendada: de 100 a 1200 m.s.n.m
- Reacción a Enfermedades:
  - Monilia: Tolerante
  - Phytophthora: susceptible
  - Ceratosystis: susceptible
  - Rosellinia: Susceptible.

### 3.11. EJEMPLO DE RELACION ENTRE EL DISTANCIAMIENTO DE SOMBRA PERMANENTE Y LAS CONDICIONES CLIMATICAS.

**Cuadro 1.** Relación entre el distanciamiento de sombra permanente

ZONAS	TEMP °C	PRECIPITACION	DIST.DE SOMBRA	Nº DE PLANTAS / HA
<b>Alta 600 – 900 msnm</b> Tingo María 660	18 – 20 24	Mayor 3153 m	18 x 18 m 24 x 24 m	30 plantas 18
<b>Intermedia 400–600 msnm</b> Tocache 497 msnm	20 – 22 24,6	Intermedia 2,450 m	12 x 12 m 15 x 15 m	70 plantas 44 plantas
<b>Baja 200- 400 msnm</b> Juanjui 315 msnm	22 – 24 25,7	Menor 1520m	6 x 6 m 9 x 9m	277 123

**Fuente:** Según SENAMHI (2002).

Como regla general se debe tener en cuenta que a menor precipitación mayor densidad de sombra permanente, de 6 a 9 m, como es el caso de Juanjui (departamento San Martín) a mediana precipitación mediana densidad es decir 12 a 15 m como es el caso de Tocache y a mayor precipitación menor densidad 18 a 24 m, como es el caso de Tingo María (Dpto. Huánuco).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Materiales

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales: herramientas de campo como serrucho podador, tijera podadora, escalera, estacas, wincha, rafia, cintas plásticas, libreta de campo, para la medición de la humedad y temperatura del suelo se utilizó el AQUATER-T 600, de muestreo se utilizó el tubo muestreador de suelos y hoja de datos climáticos de la estación meteorológica SENAMHI, cámara fotográfica.

### 4.2 Metodología

#### 4.2.1. Ubicación del Terreno Experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Fundo Cacatachi- propiedad de la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto, ubicado en el trayecto carretera Tarapoto – Cacatachi Km. 09.

#### Ubicación Política:

Región	:	San Martín
Provincia	:	San Martín
Distrito	:	Cacatachi

#### Ubicación Geográfica:

Latitud Sur	:	06° 25'
Latitud Oeste	:	76° 00'
Altitud	:	328 m.s.n.m.

#### **4.2.2. Historia del Campo**

En el terreno donde se ejecutó el experimento se encontraba instalado el semillero interclonal de polinización abierta de cacao, hace aproximadamente 15 años, antes de ello el terreno en mención fue utilizado para la producción de arroz hace 19 años. El semillero cuenta con un jardín clonal de 0,25 has, con cinco clones de cacao (IMC-67, ICS-1, ICS-95, POUND-6, CCN-51), los cuales fueron instalados entre los años de 1994-1997.

#### **4.2.3. Tiempo de Ejecución**

El periodo de ejecución del proyecto de investigación para tres clones de cacao (ICS-1, ICS-95 y CCN-51). Se realizó entre los meses de Agosto del 2005 a Marzo del 2006, evaluándose en los meses de Noviembre del 2005 a Marzo del 2006, considerándose estos meses como los de mayor floración en cacao, el proyecto de investigación se desarrolló en el marco de las actividades del proyecto “Comportamiento de los cultivos agrícolas frente a la variabilidad climática en bosque seco tropical en el bajo mayo-Tarapoto”. Financiado por FEDU-UNSM – Facultad de Ciencias Agrarias.

#### **4.2.4. Características Climáticas**

En el presente trabajo de investigación, se tuvo una temperatura media anual de 27,3 °C, una precipitación total 612,7 mm, siendo los meses de Noviembre a Diciembre más lluviosos y Enero a Marzo los meses más secos.

**Cuadro 2.** Frecuencia de la precipitación, temperatura media y humedad relativa mensual contrastada en la apertura y polinización de cojines florales de tres clones de cacao evaluados entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006).

AÑO	MES	TEMPERATURA (°C)			PRECIP. (mm)	H.R (%)
		MAX.	MÍN.	PROM.		
2005	Noviembre	33,36	21,90	27,63	228,40	73,0
	Diciembre	33,45	22,70	28,07	21,90	71,0
2006	Enero	32,80	22,40	27,60	151,60	73,0
	Febrero	32,30	22,10	27,20	145,70	76,0
	Marzo	32,80	21,90	27,35	107,90	77,0

Fuente: SENAMHI – Tarapoto (2005-2006).

#### 4.2.5. Características edáficas

**Cuadro 3.** Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS	MÉTODOS	INTERPRETACION
Arena	33,2%	Bouyucos	Arcilloso
Arcilla	24%		
Limo	42,8%		
Ph	7,1	Potenciómetro	Alto
Materia orgánica	3,04%	Walkley y black	
Fósforo (ppm)	11	Acido Ascórbico	Medio
Potasio (ppm)	210	Tetra borato	
CIC 18.22 meq/100 g.	20,27		
Ca <sup>++</sup> (meq/100 Cambiables)	15	Titulación EDTA	Alto
Mg <sup>++</sup> (meq/100 Cambiables)	4,0		Alto
K <sup>+</sup> (meq/100 Cambiables)	0,27		Medio

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo de la UNSM-T (2005).

**Cuadro 4.** Registro de Temperatura y Humedad del suelo durante los meses de Nov. 2005 – Marzo. 2006 (datos tomados con Aquater – T 600) de los tres clones trinitarios estudiados.

MESES	C1 (ICS -1)		C2 (ICS – 95)		C4 (CCN – 51)	
	Tº	Hº	Tº	Hº	Tº	Hº
<b>Noviembre</b>	24.08	59.94	24.08	61.35	23.97	61.35
<b>Diciembre</b>	28.54	42.11	28.54	40.7	27.13	40.7
<b>Enero</b>	28.54	34.13	28.7	35.54	28.6	35.54
<b>Febrero</b>	28.21	67.92	28.25	66.51	28.35	66.51
<b>Marzo</b>	26	60.25	26	63.07	26	63.07
<b>PROMEDIO</b>	<b>27.074</b>	<b>52.87</b>	<b>27.114</b>	<b>53.434</b>	<b>26.81</b>	<b>53.434</b>

Fuente: propia

#### 4.2.6. Vías de acceso

La vía de acceso del campo experimental es la carretera Marginal Norte en la actualidad Fernando Belaunde Terry el mismo que se encuentra ubicado a una distancia de 9.0 Km. entre la Ciudad de Tarapoto y el Distrito de Cacatachi, margen izquierda a 200 metros.

#### 4.2.7. Diseño y características del experimento

##### 4.2.7.1. Diseño el experimento

En el experimento se utilizó el diseño sistemático estratificado, eligiéndose al azar plantas por cada clon, cuya evaluación consistió en evaluar partes de la planta de cacao por estratos parte inferior, media y superior de ramas laterales, eligiéndose el estrato medio por mantener una máxima producción de flores. Además, los factores climáticos como temperatura del suelo (Tº) y humedad del suelo (H.S), fueron las variables regresoras (independientes) y como variables dependientes estaban



considerados parámetros de formación de cojines florales y polinización de flores. Los datos sistematizados fueron analizados mediante regresión lineal.

Por ser un diseño simple estratificado al azar, no se contó con un testigo, ya que es un semillero que cuenta con varios clones y la comparación se realizó en base a las evaluaciones de 3 plantas por cada clon concerniente al presente estudio.

#### **4.2.7.2. Características del campo experimental**

El campo experimental se encuentra instalado desde hace 15 años, y está compuesto por un semillero de cacao perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias – UNSM-T, el mismo que se encuentra constituido por los siguientes clones trinitarios (IMC-67, ICS-1, ICS-95, POUND-06, CCN-51), con un distanciamiento entre planta de 3 metros de largo por tres de ancho; el terreno tiene un área de 2,184 m<sup>2</sup>. Para efectos del presente trabajo los clones puestos en estudio estuvieron constituidos por: ICS-1, ICS-95 y CCN – 51.

#### **4.2.8. Conducción del experimento**

##### **4.2.8.1. Labores culturales**

Se realizaron podas fitosanitarias en el mes de Agosto las cuales consistieron, en la eliminación de frutos con Moniliasis (*Moniliophthora roreri*), y frutos o ramas con escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*); también se eliminaron especies parásitas que se encontraron en los mismos árboles de cacao. Las podas de limpieza o por exceso de sombra también se efectuaron como el deschuponado, control de especies parásitas en los árboles, control manual de monilia y escoba de bruja.

##### **4.2.8.2. Muestreo de suelo**

El muestreo se realizó después de efectuado las labores culturales y fue efectuado en forma zigzag, utilizando un tubo muestreador de suelos, obteniéndose muestras a una profundidad de 20 cm.

##### **4.2.8.3. Identificación de los puntos de registro**

Se identificó las plantas clónales y de referencia se puso dos estacas por cada clon a una distancia de 12 m, una de la otra, teniendo la cantidad de 14 estacas distribuidas en el campo experimental. En estos puntos identificados se evaluó los parámetros agronómicos y datos de registro como de temperatura del suelo y humedad del suelo por cada 7 días con el Aquater T 600 a una profundidad de 20 cm.

#### **4.2.8.4. Evaluaciones registradas en el campo**

##### **a. Número de cojines florales**

Para este parámetro se contabilizó el número de cojines florales de cada Clon a evaluar antes del inicio de su apertura, la evaluación fue semanal, eligiéndose 1 rama lateral con una expansión de 1.0 m, ubicada en el tercio medio de la planta.

##### **b. Número de flores polinizadas**

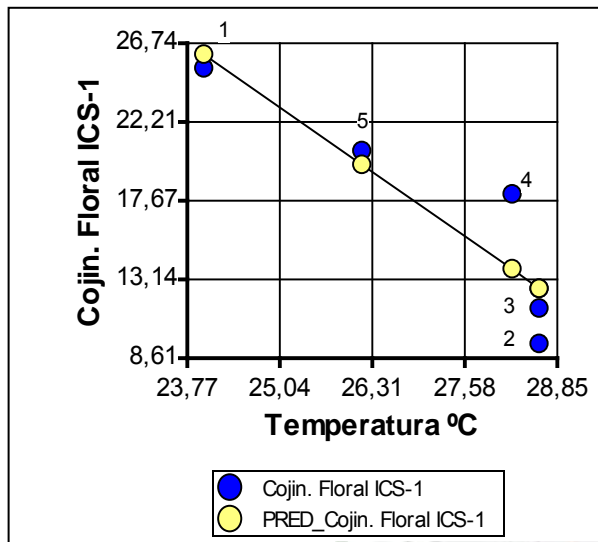
Se contabilizó el cojín floral evaluado anteriormente, que logró ser polinizado en el lapso de 3 días, la verificación se realizó manualmente y evaluándose mediante contadas.

##### **c. Influencia de los factores climáticos en la floración.**

Para el cumplimiento del objetivo se han obtenido datos meteorológicos de precipitación pluvial (PP), temperatura ambiental promedio (TA), humedad relativa promedio (H.R), temperatura del suelo (TS) y humedad del suelo (H.S), obtenidos por la Estación Meteorológica del SENAMHI y datos registrados con el Aquater T 600.

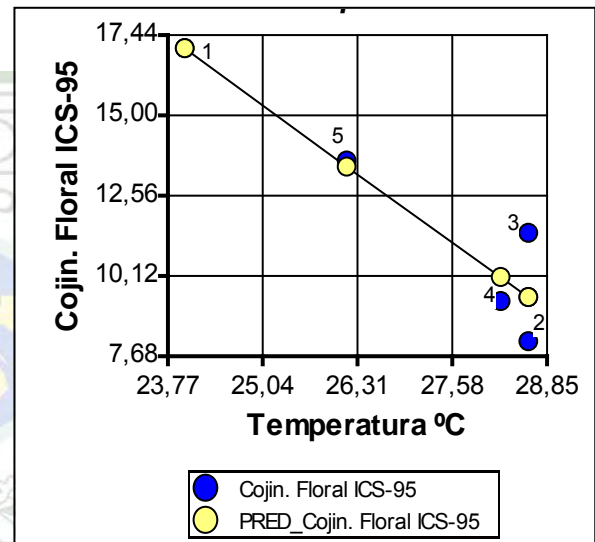
## V. RESULTADOS

### 5.1. Relación entre el número promedio de cojines florales de tres clones de cacao Vs. Temperatura del suelo, evaluados entre los meses de Nov.- Mar.(2005-2006).



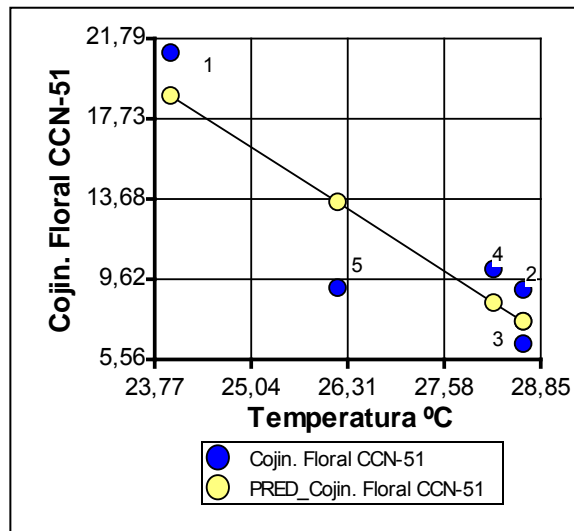
$$Y = 95,99 - 2,91X \quad R^2 = 0,81$$

Gráfico 2: Clon ICS-1 Vs. Temperatura del Suelo



$$Y = 56,36 - 1,64X \quad R^2 = 0,88$$

Gráfico 3: Clon ICS-95 Vs. Temperatura del Suelo

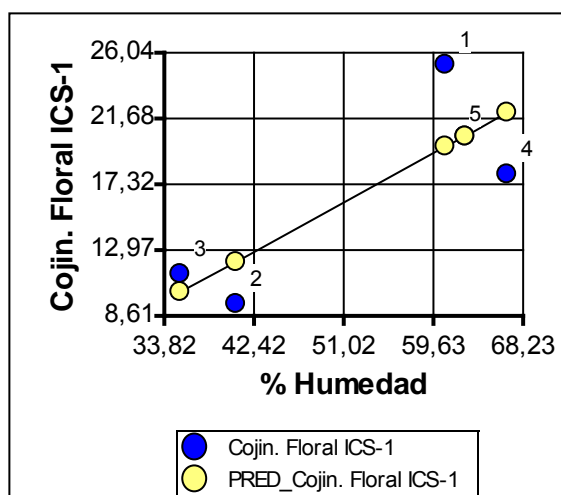


$$Y = 78,42 - 2,48X \quad R^2 = 0,77$$

Gráfico 4: Clon CCN-51 Vs. Temperatura del Suelo

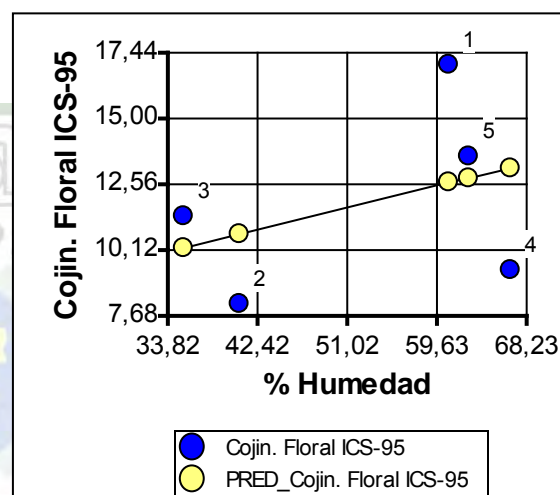
Series numéricas indican la ubicación de los meses en función a la temperatura del suelo y número de cojines florales: (1=Nov.; 2=Dic.; 3=Ene.; 4=Feb.; 5=Mar.).

**5.2. Relación entre el número promedio de cojines florales de tres clones de cacao Vs. Humedad del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar.(2005-2006).**



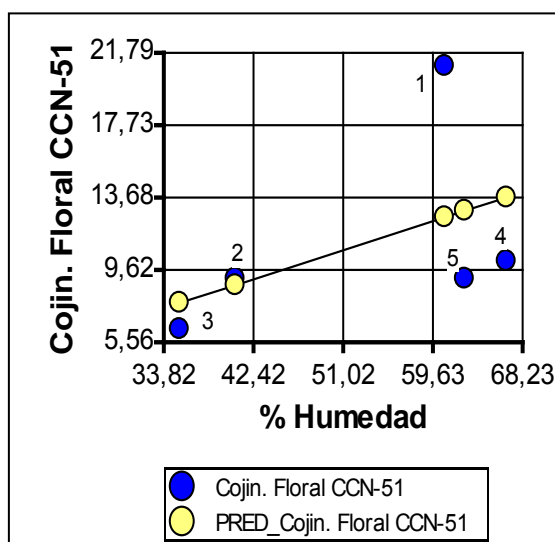
$$Y = -3,26 + 0,38X \quad R^2 = 0,68$$

**Gráfico 5: Clon ICS-1 Vs. Humedad del Suelo**



$$Y = 6,81 + 0,1X \quad R^2 = 0,15$$

**Gráfico 6: Clon ICS-95 Vs. Humedad del Suelo**

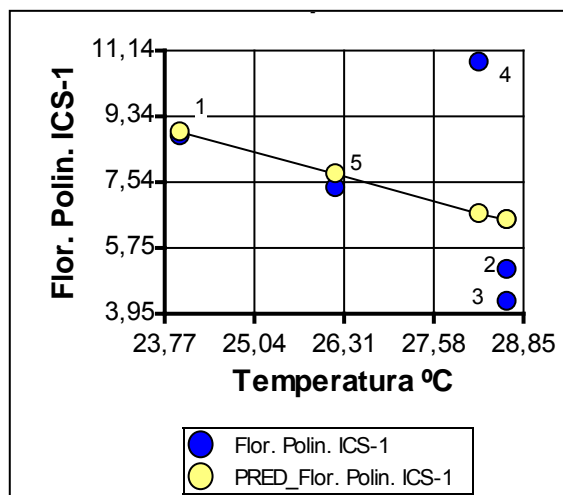


$$Y = 0,95 + 0,19X \quad R^2 = 0,22$$

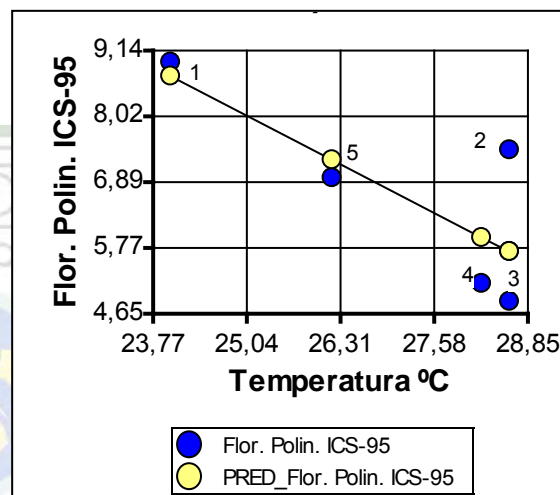
**Gráfico 7: Clon CCN-51 Vs. Humedad del Suelo**

Series numéricas indican la ubicación de los meses en función a la humedad del suelo y número de cojines florales: (1=Nov.; 2=Dic.; 3=Ene.; 4=Feb.; 5=Mar.).

**5.3. Relación entre el número promedio de flores polinizadas de tres clones de cacao Vs. Temperatura del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar. (2005-2006).**



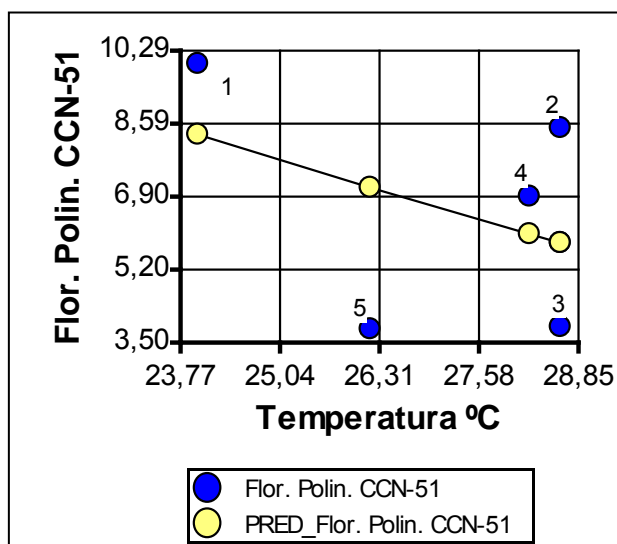
$$Y = 21,45 - 0,52X \quad R^2 = 0,16$$



$$Y = 24,28 - 0,65X \quad R^2 = 0,60$$

**Gráfico 8: Clon ICS-1 Vs. Temperatura del Suelo**

**Gráfico 9: Clon ICS-95 Vs. Temperatura del Suelo**

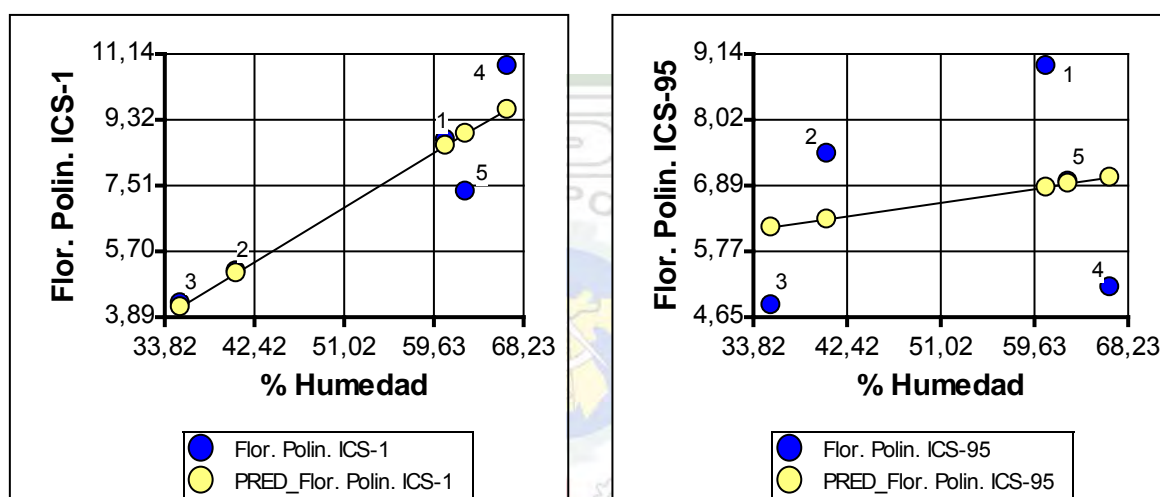


$$Y = 21,4 - 0,55X \quad R^2 = 0,16$$

**Gráfico 10: Clon CCN-51 Vs. Temperatura del Suelo**

Series numéricas indican la ubicación de los meses en función a la temperatura del suelo y número de flores polinizadas: (1=Nov.; 2=Dic.; 3=Ene.; 4=Feb.; 5=Mar.).

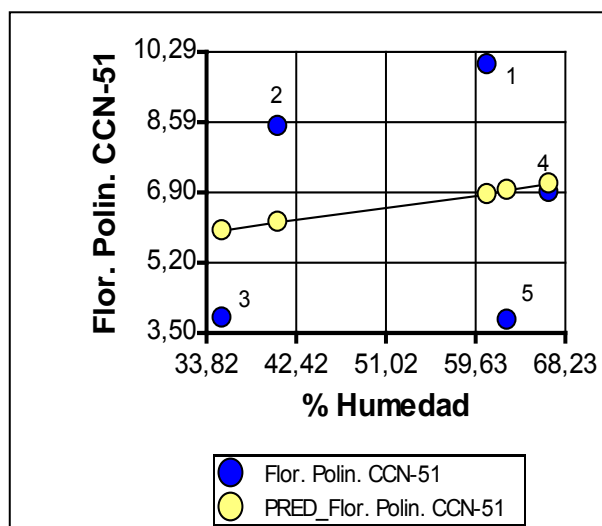
**5.4. Relación entre el número promedio de flores polinizadas de tres clones de cacao Vs. Humedad del suelo, evaluados entre los meses de Nov.-Mar.(2005-2006).**



$$Y = -2,01 + 0,17X \quad R^2 = 0,86$$

$$Y = 5,2 + 0,03X \quad R^2 = 0,05$$

**Gráfico 11: Clon ICS-1 Vs. Humedad del Suelo    Gráfico 12: Clon ICS-95 Vs. Humedad del Suelo**

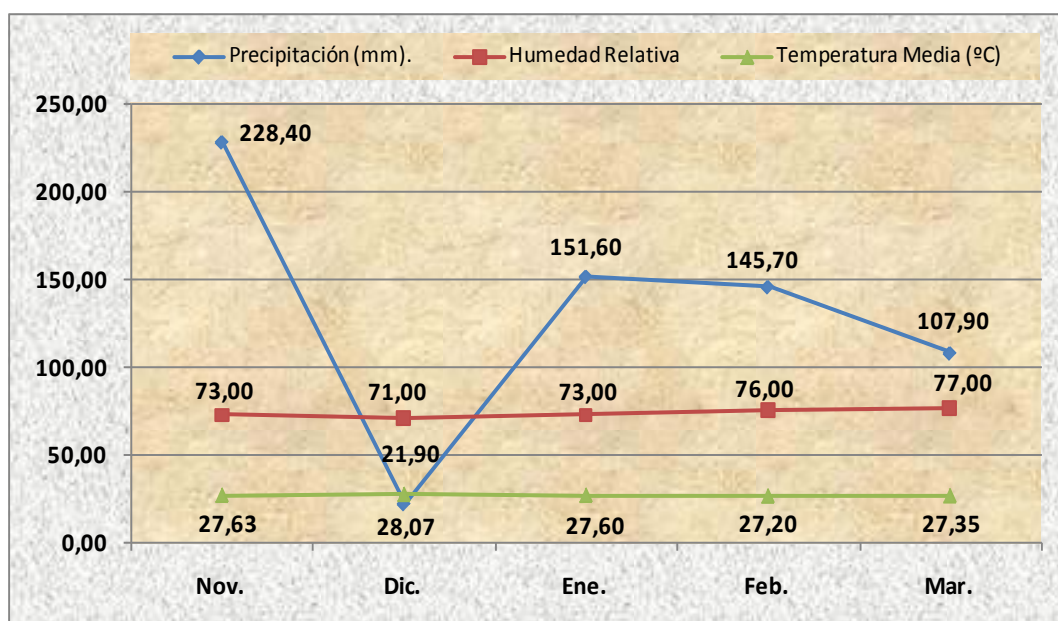


$$Y = 4,74 + 0,04X \quad R^2 = 0,04$$

**Gráfico 13: Clon CCN-51 Vs. Humedad del Suelo**

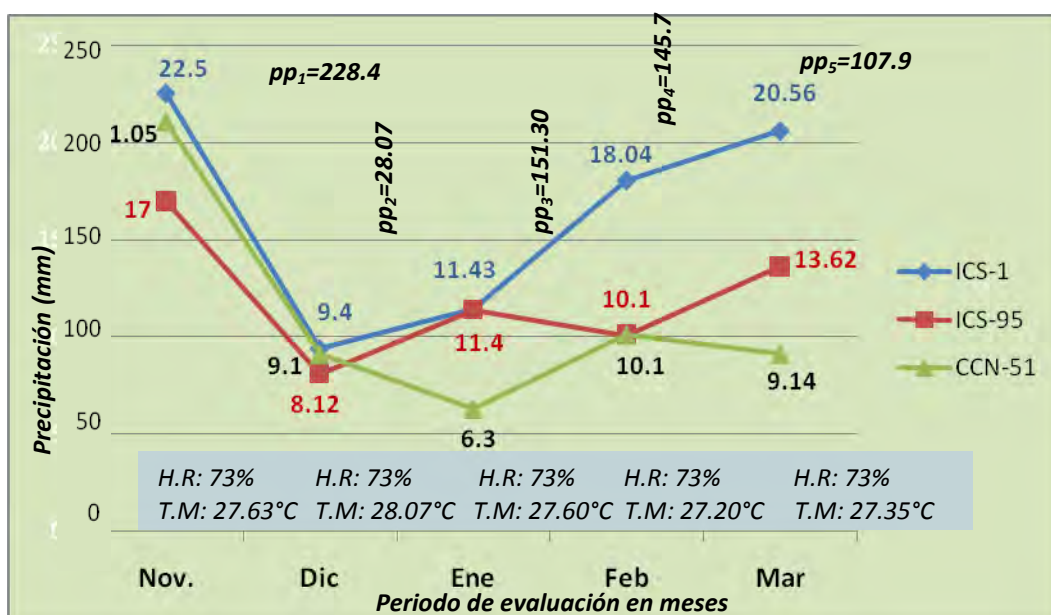
Series numéricas indican la ubicación de los meses en función a la humedad del suelo y flores polinizadas: (1=Nov.; 2=Dic.; 3=Ene.; 4=Feb.; 5=Mar.).



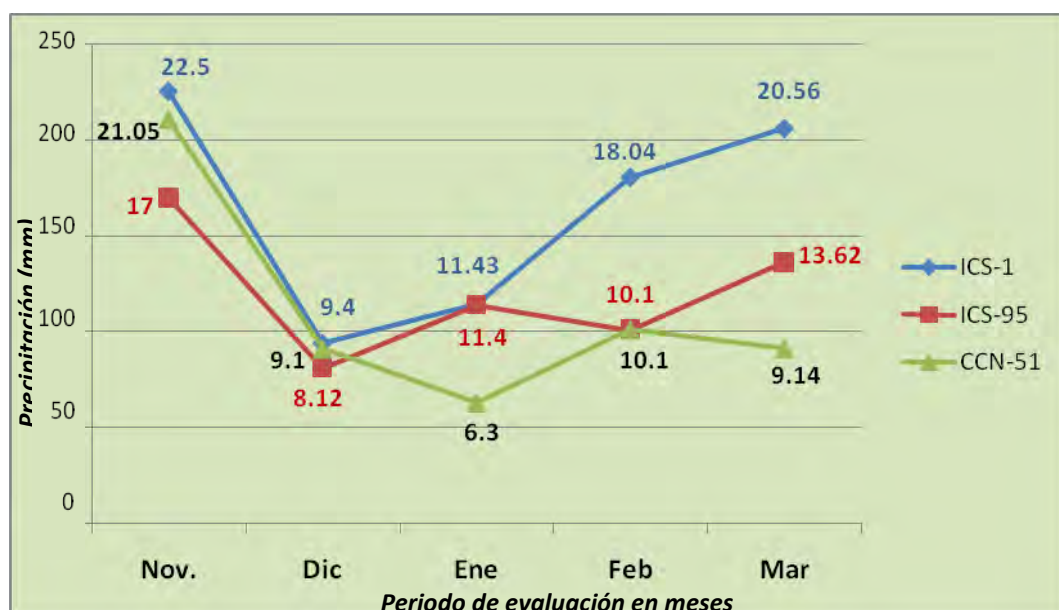


Fuente: SENAMHI – Tarapoto (2005-2006).

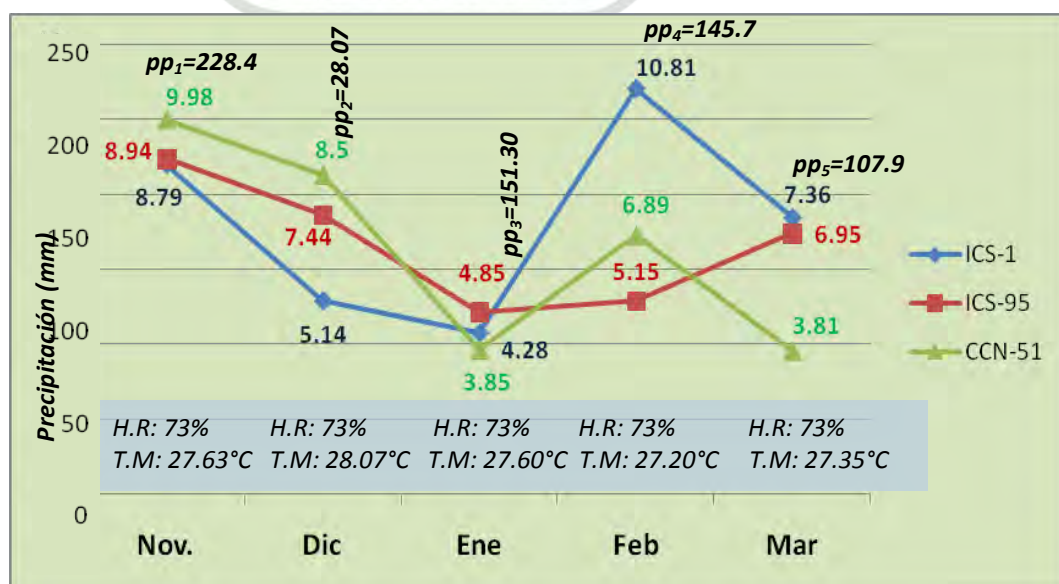
**Grafico 14:** Frecuencia de la precipitación, temperatura media y humedad relativa mensual contrastada en la apertura y polinización de cojines florales de tres clones de cacao evaluados entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006).



**Grafico 15:** Variación de la precipitación, humedad relativa y temperatura media; en la formación de cojines florales entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006).



**Grafico 15.1:** Variación de la precipitación, en la formación de cojines florales de los 03 clones en estudio entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006).



**Grafico 16:** Variación de la precipitación, humedad relativa y temperatura media; en el número de flores polinizadas entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006).



**Grafico 16.1:** Variación de la precipitación, en el número de flores polinizadas de los 03 clones en estudio entre los meses de Nov. – Mar. (2005 – 2006).

## **VI. DISCUSIONES**

### **6.1. Número de cojines florales Vs. temperatura del suelo**

De acuerdo a los gráficos N° 2, 3 y 4, acerca de la relación entre el número promedio de cojines florales vs. temperatura del suelo, se puede contrastar que los clones (ICS-1, ICS-95 y CCN-51), durante el periodo de apertura de cojines florales, su expresión esta directamente ligada a la temperatura del suelo, observándose a menores temperaturas (24,0 °C) mayor producción de cojines florales y a mayores temperaturas (28,62 °C) menor producción de cojines florales, resultados muy consecuentes a los obtenidos por (Enríquez, 1985), donde menciona que los factores climáticos que afectan la intensidad de crecimiento y floración del cacao son la distribución de las lluvias y la temperatura. Sin embargo, la acción de estos factores está influenciado por las condiciones internas de la planta especialmente la carga de frutos generalmente coincide con el de mínima floración.

### **6.2. Número de cojines florales Vs. humedad del suelo**

De acuerdo a ilustración gráfica (gráficos 5, 6 y 7) acerca de la influencia de la humedad del suelo sobre la apertura de cojines florales, se observa que los clones (ICS-95 y CCN-51) no mantiene una correlación determinante respecto a la humedad del suelo, sin embargo el comportamiento del clon ICS-1 manifiesta una correlación definida respecto a la apertura de cojines florales influenciada directamente por la humedad del suelo.

### **6.3. Número de flores polinizadas Vs. temperatura del suelo**

Por otro lado el comportamiento de la polinización de flores (Gráficos 8, 9 y 10) en los tres clones puestos en estudio, se reporta que los clones (ICS-1 y CCN-51), mantiene una correlación baja respecto a la temperatura del suelo influenciada en un 16% ( $R^2=0,16$ ); así mismo el clon ICS-95 para este parámetro en estudio se muestra más correlativo respecto al efecto de la temperatura del suelo en la polinización viéndose influenciado en un 60% ( $R^2=0,60$ ) enfatizándose para ambos casos a que a mayor temperatura del suelo hay menores índices de polinización y a menor temperatura en el suelo mayores cantidades de flores polinizadas.

### **6.4. Número de flores polinizadas Vs. humedad del suelo**

Los Gráficos 11, 12 y 13, para el comportamiento de la humedad del suelo sobre la polinización de flores de cacao, se muestra una amplia correlación para el clon ICS-1 y una nula correlación para los clones (ICS-95 y CCN-51). En el gráfico 14 se muestra la variación de tres factores climáticos que han sido evaluados constantemente en el comportamiento de la floración de los clones puestos en estudio, apreciándose variaciones de precipitación entre los meses de noviembre (2005) a marzo (2006); calificándose al mes de diciembre como un mes seco, donde la apertura y polinización de cojines florales en los tres clones puestos en estudio bajaron considerablemente registrándose también para esa época una humedad relativa de (71%) y una temperatura promedio mensual de 28°C. Este comportamiento en el cacao resulta ser similar a lo reportado por (Enríquez, 1985), quien menciona que el cacao florece todo el año influenciado principalmente por el factor ambiental siendo mayor en los



periodos lluviosos. Así mismo Alvim (1995), menciona que en zonas en donde las precipitaciones pluviales y la temperatura están definidas la floración se reduce en periodos secos de lluvia y en aquellos sitios donde los periodos de lluvia están distribuidos y sin altas variaciones de temperatura prácticamente no existe estacionalidad de la floración y se encuentran flores durante todo el año.

El gráfico 15, muestra los resultados de los cojines florales promedios totales evaluados mensualmente en un metro de rama; se puede apreciar claramente que el incremento de las precipitaciones correspondientes al mes de noviembre favorecieron la apertura de cojines florales en los clones (ICS-1=25,25; ICS-95=21,05 y CCN-51=17,0) respectivamente. Las bajas precipitaciones y las altas temperaturas mostradas en el mes de diciembre disminuyeron considerablemente la apertura de cojines florales para los tres clones de cacao puestos en estudio, fenómenos vistos por Enríquez (1985) y Alvim, (1995). Es preciso mencionar que durante los meses de enero, febrero y marzo los volúmenes de precipitación acumulados no varían significativamente entre sí como los registrados en los meses de noviembre-diciembre; puesto que los índices de producción de cojines florales han variado de acuerdo a las variantes del clima.

El gráfico 16, muestra el número promedio de las flores polinizadas en un metro de rama de cacao, mostrándose una polinización favorable en el mes de noviembre en los tres clones puestos en estudio, viéndose un decrecimiento en los meses de diciembre a enero, debido a que durante el mes de diciembre no hubo registro de precipitaciones, puesto que afectó considerablemente la polinización de las flores, efecto que se continuó en el mes de enero.

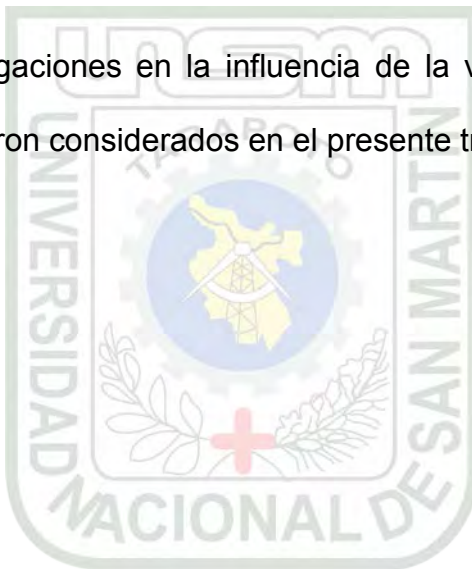
## VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** La apertura y polinización de cojines florales disminuye por encima de los 24°C, en clones (ICS-1; ICS-95 y CCN-51) según los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.
- 7.2.** El comportamiento de cada clon de cacao, respecto a la formación de cojines florales y la conformación de flores polinizadas resulta ser variado entre si, tal es el caso que el clon ICS-1 supero a los clones ICS-95 y CCN-51) con promedios de (16,38-ICS-1); (12,048-ICS-95); y (11,13-CCN-51) para cojines florales y promedios de (7,27-ICS-1); (6,66-ICS-95); y (6,60-CCN-51) para flores polinizadas evaluadas en un metro de rama durante el periodo de Nov. – Mar. (2005 – 2006).
- 7.3.** El efecto de la humedad del suelo en la apertura y polinización de cojines florales no esta tan directamente ligado entre sí, debido a la ausencia de una relación entre las variables estudiadas (Humedad del suelo Vs. Apertura y polinización de cojines florales), posibilitando el efecto a otros factores no estudiados en el presente trabajo de investigación.
- 7.4.** Para las condiciones del Distrito de Cacatachi, precipitaciones consideradas entre los 228,40 mm, en clones ICS-1, ICS-95 y CCN-51 favorecen una mejor apertura y polinización de cojines florales, teniéndose riesgos cuando las precipitaciones decaen a 21,90 mm.



## VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1.** Considerar épocas estudiadas en el presente trabajo de investigación para la siembra de futuras plantaciones de cacao orientadas a la mejora de la producción para los agricultores.
- 8.2.** Promover investigaciones en la influencia de la variabilidad climática y otros aspectos que fueron considerados en el presente trabajo de investigación.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvim, P. de T. 1967. Ecophysiology of the cacao tree. Conf. Int. Rech. Agron. Cacaoyeres. 23,25. p
2. Alvim, P. de T. 1988 Cacao In: .Ecophysiology of tropical Crops. (P.T. Alvin & T.T .Kowsloswisky.Eds.), Academic Press, New York. 279-313. p.
3. Alvim, P. de T. 1997. Flowering of cocoa. Cocoa grower. Bulletin 35: 23-31p.
4. Alvim, P. de T. 1995. Ecophysiology of Cacao. Symposium of Ecophysiology of tropical Crops. Manaus – Brasil. 34. p.
5. Arguello, O. 2000. Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. CORPOICA Regional 7. Bucaramanga. 85–90.p
6. Battey, N. H. 2 000. Aspect of seasonality. Journal of Experimental Botany 51 (352): 1769 -1780. p.
7. Bradley, N. L., A. C. Leopold, J. Ross Y W. Huffaker. 1 999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96:9701-9704.
8. Benito S. J. 2000. Condiciones Ecológicas Para el cultivo del Cacao. Estación Experimental Porvenir Tarapoto INIA 07 – 35.p.

9. Bondar, G. 1938. Factores diversos e molestias do cacao na Bahia Bahia ICB. Boletín Técnico. Serie Plagas e Molestias N°. 2. 18. p.
10. Cueva B., A. y Alvarado R., J. 1999. Establecimiento y evaluación de un banco de germoplasma y semillero interclonal de cacao bajo condiciones de riego en Tarapoto. Resúmenes de investigación al 2 003. Oficina de investigación y capacitación de la UNSM-T. Volumen 1, N° 1, Enero 2 003. 32.p
11. Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo del Cacao. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, Turrialba- Costa rica. 238.p.
12. Enríquez, G. 2006. Fenología y fisiología del Cultivo de Cacao. Universidad estatal de Quevedo Ecuador. Taller internacional Producción calidad y Mercadeos de cacaos especiales. Tarapoto 21-23 Noviembre. 45.p.
13. Hernández, T. 1991. Cacao Sistemas de Producción en la Amazonía Peruana. Proyecto de Promoción Agroindustrial y Desarrollo rural Alternativo. UNFDAC – PNUD/OSP – Tingo María. 70 p.
14. Hernández, T. 1996. Semilleros y Bancos de Germoplasma de Cacao. Programa UNDCP – UNOPS Marzo. Pág. 17 – 22 p.
15. Lama, D. 2003 Eco fisiología del Cultivo de Cacao, Universidad Agraria de la Selva Tingo María – Perú, 2003. 11-15 p.

16. Manfred, M. 1998. Ecofisiologia Do cultivo Cacaueurio.comissao executiva do plano da lavoura cacaueira(Ceplac) centro de pesquisas do cacau (Cepec),mimeografiao.8p.
17. Ministerio de Agricultura. 2000. El Cultivo Del Cacao en la Amazonia Peruana. Lima Perú. 105 p.
18. Ministerio de Agricultura. 2004. Manual de Cultivo del Cacao. MINAG – Programa para el Desarrollo de la Amazonia. Lima Perú: 130 p.
19. Mejía, A. y Arguello, O. 2000. Corporación Colombiana de investigación agropecuaria región siete. “Tecnología para el mejoramiento del sistema de Producción de Cacao”. Colombia. 33 p.
20. Montenegro, G. y Ginocchio, R. 1 999. La fenomorfología y su expresión a través de crecimiento modular en las plantas leñosas perennes. En R. Orellana, J. A. Escamilla T. A. Larqué-Saavedra (editores). Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos. CICY, Mérida, Yucatán, México. 23 p.
21. Smith, D. Mark. 2006.Solo tenemos un Planeta (Pobreza, justicia y cambio climático). Soluciones Prácticas ITDG, 2007 Perú. 2da edición. 01-143 p.

22. Ordóñez, S. I. 1982. Estudio eco fisiológico preliminar del cacao y la incidencia de *Monaloniom dissimulatum* Dist. (Hemiptera: Capsidae) y *Phytophthora palmivora* Bult. (Ficomyceto). Tesis Ing. Agr. UNAS. Tingo Maria, Perú. 34 p.
23. Vásquez-Yáñez, C. 1999. La fisiología ecológica de las plantas. En R. Orellana, J. A. Escamilla y A. Larqué-Saavedra (editores). Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos. CICY, Mérida, Yucatán, México. 36p.
24. Van Schaik, C. P., J. W. Terbourgh and S. J. Wright. 1993. The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annu. Rev. Eco. Syst.* 24: 353-377 p.
25. Vogel, M.; Machado, R.C.R.; Alvim, P. 1982. Reocao de orgaos jovens como metodo de avaliacao das interacciones fisiologicas , no crecimiento, foracion y fructificación del cacao. In: 8th Internacional Cocoa REsaarch Conference, Cartagena, Colombia, Proceeding 1982. 215-222 p.
26. Zuñiga. 2002. Informe Anual del Proyecto “Renovación y rehabilitación de plantaciones de cacao en la Cuenca del Huallaga”. Zuñiga. Tarapoto – Perú. 13 p.
27. Zuñiga, L. 2004. Manejo Integrado del Cultivo y Transferencia de Tecnología en la Amazonia Peruana. Tarapoto – Perú

## X. RESUMEN

Con el propósito de evaluar el comportamiento de la apertura y polinización de cojines florales en tres (03) clones de cacao, bajo la incidencia de la humedad y la temperatura del suelo, así mismo determinar el comportamiento de la floración de acuerdo a la influencia de factores climáticos como temperatura ambiental media, precipitación y humedad relativa. Se realizó un estudio en el semillero interclonal de polinización abierta de cacao, ubicado en el Distrito de Cacatachi-perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, poniéndose a prueba mediante un diseño experimental sistemático estratificado tres clones de cacao (ICS-1, ICS-95 y CCN – 51), cuya evaluación consistió en determinar el número de cojines florales, número de flores polinizadas y la influencia de factores climáticos en la floración en un metro de rama ubicada en la parte media de cada rama por planta. Los estudios reportaron que la temperatura del suelo para los clones (ICS-1; ICS-95 y CCN-51) por encima de los 24°C, disminuye la apertura y polinización de cojines florales; así mismo, el efecto de la humedad del suelo en la apertura y polinización de cojines florales no está directamente ligado entre sí. Por otro lado las precipitaciones consideradas entre los 228,40 mm, en clones ICS-1, ICS-95 y CCN-51 favorecen una mejor apertura y polinización de cojines florales, teniéndose riesgos cuando las precipitaciones decaen a 21,90 mm.

**Palabras claves:** *Theobroma cacao* L., temperatura, precipitación, cojín floral, polinización.

## XI. SUMMARY

With the object to evaluate the behavior the opening and pollination of flowers in three (03) clones of cacao, under the incidence of the humidity and soil temperature, and also determine the behavior of flowering according to the influence of climatic factors as temperature ambient average, precipitation and relative humidity. To realized a study in open-pollinated seedbed of cocoa, located in the District-Cacatachi belonging to the Faculty of Agricultural Sciences, University National of San Martín, put to the test using a stratified systematic design three clones of cocoa ( ICS-1 ICS-95 and CCN - 51), whose evaluation was to determine the number of floral cushions, number of flowers pollinated and the influence of climatic factors on the flowering of a meter branch located in the middle of each branch per plant. The studies reported that the soil temperature for the clones (ICS-1 ICS-95 and CCN-51) above 24 degrees C, decreasing the opening of pollination and floral cushions, and also the effect of soil humidity in the cushions and open pollinated flowers are not so directly linked with each other. On the other hand, considering the rainfall between the 228.40 mm, clones ICS-1 ICS-95 and CCN-51 opening for better pollination and floral cushions, taking risks when the rain fell to 21,90 mm.

**Key words:** *Theobroma cacao* L., temperature, precipitation, floral cushions, pollination.





**Anexo 01:** Registro de evaluaciones de temperatura y humedad del suelo durante los meses de Nov. 2005 – Mar. 2006.

PROMEDIO NOVIEMBRE						
C1		C2		C4		HORAS
T°	H°	T°	H°	T°	H°	
23.5	59.4	20	46.8	23	48	07:00 a.m.
26.6	61.3	32	74.5	29	64	12:00 a.m.
22.14	59.12	20.24	62.75	19.91	72.05	06:00 p.m.
24.08	59.94	24.08	61.35	23.97	61.35	Prom . Mes
PROMEDIO DICIEMBRE						
C1		C2		C4		FECHA
T°	H°	T°	H°	T°	H°	
29.62	32.7	29.71	38	26.54	41.7	07:00 a.m.
29	41.3	27.91	42.3	27.2	43.6	12:00 a.m.
27	52.33	28	41.80	27.65	37	06:00 p.m.
28.54	42.11	28.54	40.7	27.13	40.7	Prom . Mes
PROMEDIO ENERO						
C1		C2		C4		FECHA
T°	H°	T°	H°	T°	H°	
27	34	27	28	28.8	35	07:00 a.m.
34	20.8	33	26	34	39	12:00 a.m.
24.62	47.59	26.1	52.62	23	32.62	06:00 p.m.
28.54	34.13	28.7	35.54	28.6	35.54	Prom . Mes
PROMEDIO FEBRERO						
C1		C2		C4		FECHA
T°	H°	T°	H°	T°	H°	
28	66	27	72.4	27	59	07:00 a.m.
29	83	29	55.6	30	83	12:00 a.m.
27.63	54.76	28.75	71.53	28.05	57.53	06:00 p.m.
28.21	67.92	28.25	66.51	28.35	66.51	Prom . Mes
PROMEDIO MARZO						
C1		C2		C4		FECHA
T°	H°	T°	H°	T°	H°	
17	46	18	57.21	17	49	07:00 a.m.
34	72	34	60	32	68	12:00 a.m.
27	62.75	26	72	29	72.21	06:00 p.m.
26	60.25	26	63.07	26	63.07	Prom . Mes

## Anexo 02: Registro de evaluaciones del número de cojines florales por clon

trinitario y promedios

NUMERO DE COJINES EVALUADOS POR CLONES NOVIEMBRE A MARZO			
Plantas Evaluadas	6	4	6
CLONES	ICS-1	ICS-95	CCN-51
<b>Nº Cojines</b>			
03-nov	27.5	27.5	27
10-nov	32.8	24.5	25.1
17-nov	26.1	10.25	19.6
24-nov	14.6	5.75	12.5
01-dic	19	13.7	21.1
08-dic	8.6	6.2	8.5
15-dic	9.8	5.5	5.8
22-dic	5.8	5.5	5.6
29-dic	3.8	9.7	4.5
05-ene	8	9.2	8
12-ene	11.8	14.5	6.3
19-ene	16.6	13.2	7.6
26-ene	9.3	8.7	3.3
02-feb	24	11	12.3
09-feb	24.5	12.2	14.5
16-feb	14.16	8.2	7.6
23-feb	9.5	6	6
02-mar	14.8	8.7	4
09-mar	26.5	12.7	7.6
16-mar	25	10.7	10
23-mar	13.5	23	11.8
30-mar	23	13	12.3
<b>PROMEDIO</b>	<b>16.757</b>	<b>11.805</b>	<b>10.955</b>

## Anexo 03: Registro de evaluaciones del número de flores por cojines florales por

clon trinitario y promedio.

PROMEDIO DE FLORES POR COJIN FLORAL			
Plantas Evaluadas	6	4	6
CLONES	ICS-1	ICS-95	CCN-51
<b>Nº Flores</b>			
03-nov	3.83	3.5	10.8
10-nov	6	6.75	6.3
17-nov	14.5	15.75	14
24-nov	10.83	9.75	8.83
01-dic	5.8	10	21.3
08-dic	8.6	10.7	7.8
15-dic	5.6	6	4.8
22-dic	3.1	5	3.1
29-dic	2.6	5.5	5.5
05-ene	4.5	8.7	5.8
12-ene	0.83	1	2.3
19-ene	4.8	4	3.8
26-ene	7	5.7	3.5
02-feb	8.6	4.2	4.6
09-feb	14.16	8	10.5
16-feb	12.5	5.7	6.16
23-feb	8	2.7	6.3
02-mar	1	0.25	0.3
09-mar	5	3	0.6
16-mar	14.1	5.25	3.16
23-mar	6.1	16.25	7.5
30-mar	10.6	10	7.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.1841</b>	<b>6.7136</b>	<b>6.56591</b>

#### Anexo 04: GALERIA DE FOTOS



**Foto N°01: Deschuponado**

##### **INICIO DE ACTIVIDADES EN PARCELA**

Se iniciaron labores de limpieza, deschuponados y podas en los meses de agosto a setiembre

##### **UBICACIONES DE LOS CLONES A EVALUAR.**

Se eligieron las plantas a evaluar las cuales se ubicaron en la parte media 1m por rama diferenciada por rafias de color rojo.



**Foto N°02: Conteo de flores de cacao**



##### **VISTA PARCELA EVALUADA**

Se muestra las plantas evaluadas por filas y clones (CCN51, ICS1, ICS95).

**Foto N°03: Parcela experimental**



## **Anexo 05: CLONES ESTUDIADOS**



**Foto N°04: Clon 1 (ICS-1)**



**Foto N°05: Clon 1 (ICS-95)**



**Foto N°06: Clon 1 (CNN-51)**

**Anexo 06: VISTAS DE COJINES FLORARES Y FLOR DE CACAO**

